PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number:

09-145319

(43) Date of publication of application: 06.06.1997

(51)Int.CI.

G01B 11/00 G01B 11/24 7/00 G06T

(21)Application number: 07-299921 (22)Date of filing:

17.11.1995

(71)Applicant: MINOLTA CO LTD

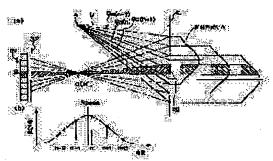
(72)Inventor: NORITA TOSHIO

FUJII HIDEO

(54) METHOD AND EQUIPMENT FOR THREE-DIMENSIONAL MEASUREMENT

PROBLEM TO BE SOLVED: To ensure highly accurate high resolution three-dimensional measurement even when the reflectance of object is uneven and to realize high degree of freedom in the setting of measuring distance.

SOLUTION: The three-dimensional measuring equipment comprises means for scanning an object Q optically by projecting a detection light U, and an image pickup means for receiving the detection light U reflected on the object Q. While varying the irradiating direction heta a of detection light U toward the object Q, quantity of detection light U incident to a specified light receiving region (g) on an image pickup plane S2 is sampled periodically. Based on three or more sampling values, including a maximum sampling value and immediately preceding and following sampling values, an irradiation timing Npeak for maximizing the quantity of light is determined by interpolation. Subsequently, a part (ag) corresponding to the light receiving region (g) on the object Q is located based on the irradiating direction at that irradiation timing and the relationship between the light receiving region (g) and the incident direction of detection light.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

17.03.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12)公開特許公報(A)

特開平9-145319

(11) 特許出顧公開報号

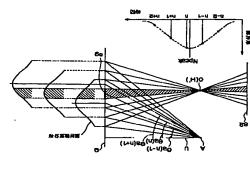
(43)公開日 平成9年(1997)6月6日	技術表示箇所			
(43)公開日		H	×	415
		11/00	11/24	15/62
	· 14	G 0 1 B		G 0 6 F
	广内数理命中			
	假別記号			
		11/00	11/24	1/00
	(51) Int. C1.	G 0 1 B		G06T

	審査請求 未請求 請求項の数2	10	(全16月)
(21) 出蘇魯身	特数平7-2 99921	(71) 出額人 000006079	000006079
(22) 出開日	平成7年(1995)11月17日		ミノルタ株式会社 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル
		(72) 発明者	梯田 寿夫 大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号
		(72) 発明者	大阪国際ピル ミノルタ株式会社内 癖井 英郎
		_	大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号 大阪国際ビル ミノルタ株式会社内
		(74) 代理人	弁理士 久保 奉柱

(54) 【発明の名称】 3 次元計削方法及び装置

【映題】物体の反射率が不均一である場合にも高分解能 **か克格威の計割が1世間であり、計劃阻縮の数仮の自由駅** が大きい3次元計測を実現する。

するための投光手段と、物体ので反射した検出光Uを受 光する機像手段とを用いる 3 次元計測に翳して、物体の に対する検出光Uの照射方向 B & 変化させながら、撮 **俊画S2内の特定の受光倒袋 β に入射する検出光Uの光 由を固期的にサンプリングし、光虫のサンプリング値の** 最大値と、当該最大値を得たサンプリングの1つ前及び 1 0後のサンプリングにおけるサンプリング値とを合む て前記光量が数大となる照射タイミングNpeakを求 を、照射タイミングにおける照射方向及び受光領域&に 【解決手段】検出光ひを照射して物体Qを光学的に走査 3 心以上のサンプリング値に粘心でた、 植気資料に すっ め、物体の上の殳光倒域8に対応した部位88の位置 対する検出光の入針方向との関係に基づいて求める。



特許請求の範囲

ための投光手段と、前配物体で反射した前配検出光を受 【晴永項1】検出光を照射して物体を光学的に走査する 光する姫像手段とを用いる3次元計拠方法であって、

前配光量のサンプリング値の最大値と、当該最大値を得 竹配物体に対する前配換出光の照射方向を変化させなが 5、前記撮像手段の掛像面内の特定の受光倒域に入射す 5 柱野被田光の光曲や風波也にキンプリングし、

けるサンプリング値とを含む3つ以上のサンプリング値 に描づいた、補間資算によって世配光虫が最大となる既 **トサンプリングの10村及び10後のサンプリングにお** ドタイミングを求め、

前記物体上の前配受光質域に対応した部位の位置を、前 配照射タイミングにおける照射方向及び前配受光倒域に やする前的検出光の入射方向との関係に基づいて求める ことを特徴とする3次元計劃方法。

「請求項2】検出光を照射して物体を光学的に走査する ための投光手段と、

前配物体に対する前配検出光の照射方向を変化させる走 複数の受光領域からなる撮像面を有し、前配物体で反射 した前記検出光を受光する撮像手段と

前配各受光領域に入射する前配検出光の光盘を周期的に 出力するように前配撮像手段を駆動する損像制御手段 在手段と、

前配各受光質域毎に、前配漿像手段が周期的に出力する 前配光盘の最大値と、当該最大値の出力タイミングの前 回及び次回に出力された前配光量とを含む3つ以上の光

歯や、粒配吸大値の出力タイミングに対応力けて配値す る配億手段と、

て、前配各受光領域の前配光量が最大となる照射タイミ 析的記憶手段が記憶する前記30以上の光曲に揺んい ングを求める第1億算年段と、

める第2頃算年段と、を有したことを特徴とする3次元 板に対する前配検出光の入射方向との関係に基づいて求 前配照射タイミングにおける照射方向及び当該各受光観 前配物体上の前配各受光倒域に対応した部位の位置を、 干型装卸

[発明の詳細な説明]

[0001]

[発明の属する技術分野] 本発明は、物体にスリット光 又はスポット光を照射して物体形状を非接触で計測する 3 次元計御方法、及び3 次元計削装置に関する。 基橡展L=L1+L2=2tanθa+2tanθp Z=L/(tan8a+tan8p)

S 2の中心と受光画幣とのX方向の距離をx p、Y方向 [0008] 撮像倍率B=b/Z であるので、漿像面 なお、受光角りpとは、点Pと主点Oとを結ぶ直接と、 受光軸を含む平面(受光軸平面)とのなす角度である。

(e)

お配件9-145319 の3次元計削装置は、接触型に比べて高速の計削が可能 であることから、CGシステムやCADシステムへのデ

一タ入力、身体計劃、ロボットの視覚認識などに利用さ

れたいる。

[0003] レンジファインダに好過な計墜方法として スリット光投影法(光辺断法ともいう)が知られてい る。この方法は、物体を光学的に走査して3次元画像

(距離画像)を得る方法であり、特定の検出光を照射し 10 て物体を撮影する能動的計測方法の一種である。3次元 画像は、物体上の複数の部位の3次元位置を示す画案の 集合である。メリット光故第符では、核出光として節固 が直線状のスリット光が用いられる。

するための図でもる。中資対象の物体のに断固が描い特 状のスリット光Uを照射し、その反射光を例えば2次元 図、図16はスリット光投影法による計劃の原理を収明 (a)]。物体Qの照射部分が平坦であれば、撮影像 【0004】図15はスリット光投影法の模型を示す **イメージセンサの協僚団S2に入外させる[図15**

部分に凹凸があれば、直接が曲がったり略段状になった りする [図15 (c)]。 つまり、計迦装置と物体Qと の距離の大小が掛像面S2における反射光の入射位置に 反映する (図15 (d)]。スリント光Uをその幅方向 に腐向することにより、受光側から見える範囲の物体袋 面を走査して3次元位置をサンプリングすることができ る。 キングリング点数 ロイメージセン もの画数数 冗女 存 (スリット画像) は直線になる [図15 (b)]。 照射 ន

[0005] 図16において、投光の超点Aと受光系の レンズの主点Oとを描ぶ基級AOが受光軸と垂直になる ように、投光米と投光米とが配面されている。投光袖は 投像面52に対して垂直である。なお、レンズの主点と の、いわゆる像距離 (image distance) bだけ撮像面S 2から離れた受光軸上の点である。像距離りは、受光系 の紙点配稿にカガント勧数のためのフンズ登出し由かの は、有限弦の被写体の做が敬仰面52に結像したとき ຂ

受光軸が2軸、基橡AOがY軸、スリット光の長さ方向 2)を照射したときの投光軸と投光基準面(受光軸と平 [0006] 主点0を3次元直交座標系の原点とする。 40 がX軸である。スリント光Uが物体上の点P(X,Y, 和である。

行な投光面)との角度を98、受光角を9pとすると、 点Pの阻蔽2は(1)式で敷される。

[0007]

の距離をypとすると (図16 (a) 参照)、点Pの監 標X, Yは、(2), (3)式で敷される。 .. (1)

8/dx=X [6000] 50 Y=yp/8

3

L=L1+L2=Ztanga+ (Z-M) tangp

. Z= (L+Mtanβp) / (tanβa+tanβp) えばCCDセンサのように損像面S2が有限個の画報か らなる損傷手段を用いる母合には、計測の分解能が損傷 以上の原理のスリット光投影符による軒割において、例 年段の圖葉ピッチに依存する。 ただし、協像面S2上で のスリット光UのY方向(走査方向)の幅が複数画報分 となるようにスリット光Uを設定することにより、分解

部を取めることがでゆる。

により、最大強度位置(低心と呼ぶ)を画辞ピッチ以下 [0012] 図17は従来の計測方法の原理を説明する の単位で阅定できることになる。補間資算は、各国繋の **受光量に正規分布をフィットさせるものである。 資算で** 水めた重心に基づいて座標2, X, Yを求める。この年 法によれば、実際の分解能は1/8~1/10回衆程度 ための図である。物体上の照射部分の反射率が均一であ るものと仮定すると、受光強度はソ方向に拡がる正規分 布となる。この正規分布の有効強度範囲が複数画架分で あれば、各画報 g の受光盘に対する補間液算を行うこと

と、物体の上でもスリント光UのY方向の幅が拡がるの で、照射部分(点P)が例えば物体色の境目である場合 画案分とするには、投光の段階でスリット光Uの幅(走 査方向の長さ)を拡げておけばよい。ただし、そうする 【0013】 植俊画S2上でのスリット光Uの幅を複数 に、受光徴度の分布が正規分布でなくなり、測定段差が

てフィルタなどによりスリット光Uの幅を拡げて撮像面 [0014] 従来では、物体の上でのスリット幅ができ るだけ細くなるように投光条件を設定し、受光系におい S2に入射させていた (特開平7-174536号)。 [発明が解決しようとする課題] しかし、スリット光U Aから強いほど、他体の上の既幹衛囲(スリット値)が の幅を描くするのには光学的に限界がある。投光の起点 **打がる。したがった、粒米では、包存Qの反射母の分析** (中部装置と物体のとの距離) が短いという問題があっ に係わらず、所定の積度の計割が可能となる計割距離

[0016] 本発明は、物体の反射やが不均一である協 台にも均一である場合と同様に高分解能で高精度の計測 が可能であり、計測距離の設定の自由度が大きい3次元 計削装置を実現することを目的としている。

【誤題を解決するための手段】請求項1の発明の方法

2

* [0010] 図16 (c) のように如光珠にメームワン 後倒主点H'と前側主点Hとの距離をMとすると、点P ズ群を設けた場合には、主点Oは後側主点H'となる。 の座標2は (1B) 式で表される。

[0011]

対する前配検出光の照射方向を変化させながら、前配撮 光手段と、前配物体で反射した前配後出光を受光する撮 像手段とを用いる3次元計拠方法であって、前配物体に 像年段の撮像面内の特定の受光領域に入射する前配検出 リング値の最大値と、当該最大値を得たサンプリングの 値とを含む3つ以上のサンプリング値に基づいて、補関 は、検出光を照射して物体を光学的に走査するための投 光の光虫を周切的にサンプリングし、前配光虫のサンブ 1 し哲及び 1 し後のキンプリングにおけるキンプリング ... (1B)

を、前配照射タイミングにおける照射方向及び前配受光 囡娘に対する前配後出光の入牡方向との関係に基心に入 め、前配物体上の前配受光質域に対応した部位の位置 水める方法である。

資算によって前配光量が最大となる照射タイミングを求

と、複数の受光質域からなる損像面を有し、前配物体で 反射した前配検出光を受光する損像手段と、前配物体に [0018] 請求項2の発明の3次元計阅装置は、検出 前配各受光質域に入射する前配検出光の光量を周期的に 対する前記検出光の照射方向を変化させる走査手段と、 出力するように前記姫像手段を駆動する姫像制御手段 光を照射して物体を光学的に走査するための投光手段

体上の前配各受光質域に対応した部位の位置を、前配照 と、前配各受光質域毎に、前配操像手段が周期的に出力 の前回及び次回に出力された前配光量とを含む3つ以上 の光盘を、前配数大値の出力タイミングに対応づけて配 上の光曲に払づいて、前配各受光徴塔の前配光量が投大 となる照射タイミングを求める第1滾算手段と、前配物 **対タイミングにおける照射方向及び当該各受光質域に対** する哲的被出光の入針方向との脳係に描して大米の名 する前配光盘の最大値と、当隊最大値の出力タイミング 佐する配位手段と、前配配位手段が配位する前配3つ以 2 位算手段とを有する。

[0019]

\$

ング)2と、3次元カメラ2の出力データを処理するホ [発明の実施の形態] 図1は本発明に係る計測システム 1の構成図である。 計劃システム1は、スリット光投影 **並によって立体計勘を行う3次元カメラ(レンジファイ** ストヨとから権政されている。

プリング点の3次元位置を特定する計測データ(スリン ト画像データ)とともに、物体Qのカラー情報を示す2 **大元画像及びキャリブレーションに必要なデータを出力** [0020] 3枚元カメラ2は、物体Q上の複数のサン する。三角図量法を用いてサンプリング点の座標を求め

る資質処理はホスト3が担う。

数型の配録メディア4によるオフラインの両方の形態の たコンピュータシステムである。CPU3aには計劃デ **一夕処理のためのソフトウェアが組み込まれている。** ホ スト3と3次元カメラ2との間では、オンライン及び可 光段気ディスク(MO)、ミニディスク(MD)、メモ [0021] ホスト3は、CPU3a、ディスプレイ3 b、キーボード3c、及びマウス3dなどから構成され ゲータ受徴しが可能である。配段メディア4としては、 リカードなどがある。

向かう。スリット光Uの長さ方向M1の放射角度もは固 お、光学ユニットOUは、投光軸と受光軸との相対関係 5. ハウジング20の前面に投光窓20a及び受光窓2 0 bが散けられている。投光窓20 a は受光窓20 b に 対して上側に位置する。 内部の光学ユニットOUが射出 は、投光窓208を通って計削対象の物体(被写体)に **受光窓20bを通って光学ユニットOUに入射する。な** [0022] 図2は3次元カメラ2の外観を示す図であ **庇かむる。他存の故面で反対したメリット光Uの一部が するスリット光(貯原臨wの株状のレー扩ビーム)U** を適正化するための2軸関整機構を備えている。

[0023] ハケジング20の上面には、メーミングボ 液晶ディスプレイ21、カーンルボタン22、セレクト ボタン23、キャンセルボタン24、アナログ出力増予 31,32、デジタル出力端子33、及び配録メディア タン25a, 25b、手動フォーカシングボタン26 a,26b、及びシャッタボタン27が散けられてい 5。図2(b)のように、ヘクジング20の骨面には、 4の着脱口30gが散けられている。

[0024] 液晶ディスプレイ21 (LCD) は、墩作 撮影者は背面の各ポタン21~24によった協勝モード の設定を行うことができる。アナログ出力増子31から は計勘データが出力され、アナログ出力端子31からは 画面の表示手段及び電子ファインダとして用いられる。 2次元画像信号が例えばNTSC形式で出力される。 ンタル出力猶子33は例えばSCS1 盤子である。

は、上述の光学ユニットOUを構成する投光関及び受光 ロック図である。図中の実験矢印は電気信号の流れを示 回の20の光学株40,50を有している。光学紙40 においた、半導体レー炉(LD)41が牡出する核長6 1のドライバ44、故光ワンズ桜42の慰勧桜45、及 ぴガルパノミラー43の駆動系46は、システムコント [0025] 図3は3次元カメラ2の機能構成を示すプ し、破線矢印は光の流れを示している。3次元カメラ2 7 O n E のフーナパーイは、故光フン火水42や追過ナ (売査手段) 43によって個向される。半導体レーザ4 ることによってスリット光ひとなり、ガルパノミラー ローラ61によって慰御される。

によって集光された光はピームスプリック52によって [0026] 光学米50において、メームユニット51

移留中9-145319

3

計割用のセンサ53に入射する。可視帯域の光は、モニ タ用のカラーセンサ54に入射する。センサ53及びカ 分光される。半導体レーが41の発板板要帯板の光は、 シーセンサ54は、どちらもCCDエリアセンサであ

がオートフォーカシング (AF) に利用される。AF機 る。メームユニット51は内盤型であり、入針光の一部 勧は、AFセンサ5~とレンズコントローラ58とフォ **一カシング駆動系59によって実現される。メーミング** 路形来らりは田野メーミングのために数けられたでゆ。

69からSCSIコントローラ66~育塔され、 ゲィジ れる。出力処理回路62によってセンサ53の各画索毎 ると、針迦データは、SCSIコントローラ66又はN され、又は記録メディア々に格納される。計測ゲータの オンライン出力には、アナログ出力増予31又はディジ る扱像情報は、ドライバ56からのクロックに同期して 撥像情報は、NTSC敷換回路10及び7ナログ出力機 子32を揺てオンライン出力され、又はディジタル画像 タル出力組子 3 からオンワイン出力され、又は計劃庁 【0021】センサ53による勘像信頼は、ドライベ5 に対応する計劃ゲータが生成され、メモリ63,64に TSC複数回路 B 5 によった所俗形式 たメンテイン出力 タル出力焰子33が用いられる。カラーセンサ54によ カラー処理回路 6.7 へ転送される。カラー処理を受けた 生成部68で盘子化されてカラー画像メモリ69に格納 される。その後、カラー画像ゲータがカラー画像メモリ 5からのクロックに回加して出力処理回路62~配送さ 格納される。その後、オペレータがゲータ出力を指示す **ータと対応づけて記録メディア4に格被される。なお、** 8

の像であり、ホスト3個におけるアプリケーション処理 に際して参考情報として利用される。カラー情報を利用 する処理としては、例えばカメラ視点の異なる複数組の 計測データを組み合わせて3次元形状モデルを生成する カラー画像は、センサ53による距離画像と同一の画角 処理、3 次元形状モデルの不要の頂点を関引く処理など がある。システムコントローラ61は、キャラクタジェ ネレータ~1に対して、TCD21の画面上に適切な文 字や配号を表示するための指示を与える。

8

【0028】図4F投光フンメダ42の構成やボナ模式 図である。図4 (a) は正面図であり、図4 (b) は図 21、パリエータレンズ422、及びエキスパンダレン **ズ42363067ンメが心権扱がれたいる。 斗道存**フ **一声41だ針出つれフー声アー46粒つた、秋色蔵杯か** る。まず、コリメータレンズ421によってピームが甲 アンズ423によったアームがスリット扱さ方向M1に 旧図かめる。故光フン火烁42は、コリメーケフンバ4 行化される。次にメリエータレンズ422によったレー ザアームのアーム色が関盟される。最後にエキスペング 適切なスリット光Uを得るための光学的処理が行われ

【0029】パリエータレンズ422は、撮影距離及び

20

9

始めの国命になわらず、センチ53に3以上の複数固集分の色のメリット光しな人針を仕るために設けられたいる。 磨色法 4 5 ft、 システィコントローチ61の指示になった、 センチ53上でのメリット光しの笛をかー原になった、 センチング422と投光回のメームュニット51とはエータフンズ422と投光回のメームユニット51とは出きする。

[0030]ガルバノミラー43による脳内の以前にスリット母を拉げることにより、傾向の彼で行う場合に比べてスリット光口の函みを筋験することができる。エキペスメッケングイ423を投送とンズ系42の機様段に関値することにより、すなわちガルバノミラー43に近づけることにより、ガルバノミラー43に近立したことにより、ガルバノミラー43を小型化すること

【0031】図5は役光のためのズームユニット51の 役式図である。ズームコニット51は、岩屋搭線街51 5、パリエーダ部514、コンペンセータ街513、フ オーカシング部512、後屋搭線街511、及び入射光 の一部をAFモンサ57に導くビームスブリック516 から構成されている。村屋括像街515及び後屋括線街

[0032]フォーカシング部512の特勢はフォーガンング部数米59が沿い、ベリエータ部514の特勢はズーンング部数米60が沿り。フォーガンング部数米59は、フォーガンング部数米59は、フォーガンングの形米50は、フォーガンングの形米5元、フォーガンングの形式である。メーニングの形型米60は、ベリエータ第514の参数部(ズーム数分面)を指しボナメーニングエンコーグ60Aを過去にいる。

[0033] 図6 はピームスプリッタ 5 2の複式図. 図7は計画用のセンサ 5 3の受光被長をポナグラン、図8はモニタ用のカラーセンサ 5 4の突光放投をポナグラフャネス

[0034] ピームスブリッタ52は、色分解膜(ダイクロックミラー)521、色分解膜521を挟む2つのブリズム522の対出面52とに設けられた赤外線カットフィルタ524、センサ53の前面順に設けられた可視カットフィルタ524、センサプリズム523の対出面523とに設けられた薄線をカットフィルタ527、528から構成されている。

[0035] ズームユニット51から入材した光UC は、ローパスフィルタ527、プリズム522を通って 色分解限521に入材する。半導体レーず41の影複術 築の光UOは色分解版521で反射し、プリズム522 の入材面522aで反射した後、射出面522からセ ンサ53に向かって射出する。プリズム522から射出 した光UOの内、赤外線カットフィルタ524及び可規 カットフィルタ525を強通した光がセンサ53によっ て契光される。一方、色分解膜521を強適した光CO

は、プリズム523を描って対出面523かたカラーセンサ54に向かって対出する。プリズム523から対出した光C00억、歩冬様カットフィルタ526及びローパスフィルク528を通過した光がカラーセンサ54によって投光される。

り、色分解膜521の放長強択性は、メリット光のみを強伏的にセンサ53に入材させる上で不十分である。しかし、ピームスプリッタ52では、曖昧で声される特性の球外線カットフィルタ526と、実縁で示される等性の可視カットフィルタ526とが設けられているので、最終的にセンサ53に入射する光は、図りにおいて解線で示される数い範囲の放長の光である。これにより、環境光の影響の小さい、すなわち光学的5 N比が大きい腎密を実現することができる。

[0037] 一方、カラーセンサ54には、図8に実験で示される枠性の耐外験カットフィルク528によって、破棒で示される枠柱の色分解膜521を通過したボ外帯域の光が透断されるので、可視光のみが入針する。 これにより、モニタ回像の色再現性が高まる。 [0038] なお、赤外椿カットフィルタ524及び可物カットフィルタ52502個のフィルタを用いる代わりに、赤外糠及び可視光を選節する神性をもつ1個のフィルタを用いてもよい。赤外棒カットフィルタ524及び可視カットフィルタ5240個に設けてもよい。、逆に両方のフィルタをセンサ53の個に設けてもよい。、図6の例とは逆に、可視カットフィルタ524をセンサ53の個に設けてもよい。図6の例とは逆に、可視カットフィルタ524をセンサ53の個に設けてもよい。

[0039] 図9は計2/ステム1における3次元位置の算出の原理図である。同図では理解を容易にするため、図15及び図16と対応する要素には同一の符号を

【0040】センナ53の強後面S2上で複数回簿分となる比較的に幅の広いスリット光Uを物体のに照射する。具体的にはスリット光Uの幅を5回業分とする。スリット光Uの幅を5回業分とする。スリット光Uは、サンプリング周期毎に強後面S2上で1回業ピッチpvだけ移動するように、図9の上から下に向かって偏向され、それによって物体Qが走査される。サンプリング周期毎にセンサ53から1フレーム分の光電変換情報が出力される。

【0041】最後面S2の1つの画業をに注目すると、 起着中に行うN回のサンプリングの内の5回のサンプリ ングにおいて有効な母光データが得られる。これら5回 分の突光データに対する結固領算によって柱目画等をが にらむ範囲の物体被面agをスリット光Uの光輪が通過 するタイミング(時回額心Npeak: 柱田画等をの受 光無が最大となる時刻)を求める。図9(b)の例で

2

は、n回目とその1つ前の(n-1)回目の間のタイミングで投光量が最大である。求めたタイミングにおけるスリット光の照射方向と、在目面兼に対するスリット光の入射方向との関係に基づいて、物体Qの位置(経環)を貸出する。これにより、強像面の回線とッチョッで規定される分解能より高い分解能の計割が可能となる。

[0042] 在日国森皇の契光曲は物体Qの反射率に按存する。しかし、5回のサンプリングの各央光曲の相対比は受光の絶対曲に係わらず一定である。 つまり、物体色の診察は計説構度に影響しない。

【のの43】本実権形態の計画ソステム1では、3次形カメラ2がセンサ53の画器を毎に5回分の受出データを計画データとしてホスト3に出力し、ホスト3が計画データに基心いて物体Qの経線を貸出する。3次元カメラ2の出力処理回路62(図3参照)は、各画器をに対応した計画データの生成を指う。

【0044】図10日は出力処理回路62のプロック図、図11はセンサ53の開出し範囲を示す図である。出力 心理回路62は、センサ53の出力する全面雑 8の光電 変換信号を8ピットの受光データに変換するAD変換部 620、 建列接続された4つのフレームディレイメモリ 621~624、 有効な5回分の受光データを配配する なみの5つのメモリバン625A~E、受光データが 軽大となるフレーム番号(サンブリング番号)FNを配 値するためのメモリバン625F、コンパレータ62 6、フレーム番号(サンブリング番号)FNを配 は、フレーム番号FNを指し示すジェネレータ627、 及びメモリバン625A~Fに、計図のサンブリング点数 モリバンク625A~Fは、計図のサンブリング点数 (つまり、センサ53の右効画解数)と同数の受光デー

[0046] AD変数的620は、1フケーム毎に32アイン分の41データD620を回線 Bの配列版にシリアルに出力する。 各ファームディアイメキリ621~624は、31 (=32-1) ライン分の母母をもりFI

[0047] AD変換部620から出力された注目画架

သ

gの受光ゲータひら20は、2フレーム分だけ軽強された時点で、コンパレータら26によって、メモリパンク625におって、メモリパンク625によって、メモリパンク625によって、メモリルパンク626によって、カロの200歳大度と比較される。発揮された実光ゲークの620に対す、メモリパンク625によれぞれ、本リパンク625には、オーリバンク625には、オーリバンク625には、オーリバンク625には、オーリバンク625には、オーリバンク625には、オーリバンク625には対する安光アークロ620に対応したフレーム番号FNが結構される。

[0048] すなわち、n番目 (n<N) のフレームで住国職業の受光量が最大になった場合には、メモリバン625Aに (n+2) 番目のフレームのデータが移籍され、メモリバン625Bに (n+1) 毎目のフレームのデータが移籍され、メモリバン625Cにn番目のフレームのデータが移籍され、メモリバン625Dに (n-1) 番目のフレームのデータが移籍され、メシリバン625Cにおかりに (n-1) 毎日のフレームのデータが移籍され、メシリバン625Eに (n-2) 毎日のフレームのデータが移動され、メモリバン625Eに (n-2) 毎日のフレームのデータが移動され、メモリバン625Eに (n-2) 種目のフレームのデータが移動され、メモリバン625Eに nが移動され

【0049】次に、3次元カメラ2及びホスト3の動作を計割の年頃と合わせて設明する。以下では、計割のサンプリング点数を200×231とする。すなわち、鍛像面52におけるスリット投き方向の国際数は231であり、実質的なフレーム数Nも200である。

[0050] ユーザー (撮影者) は、LCD21が表示するカラーモータ像を見ながら、カメラ位置と向きとを30 決め、國角を設定する。その際、必要に応じてメーミング強作を行う。3次元カメラ2ではカラーセンサ54に対する数の国数は行われず、電子シャック機能により額出額物されたカラーモータ像が表示される。これは、数りを開放状態とすることによってセンサ53の入針光量をできるだけ多くするためである。

- 100511 2012 は3次元カメラ2におけるデータの 流れを示す区、図13 はホスト3 におけるデータの流れ を示す区、図14 は光学系の各点と物体Qとの関係を示 す図である。 40 【0052】ユーザーによる画角部投稿作(ズーミング)に応じて、ズームコニット51のベリエータ部514の移動が行われる。また、フォーカシング部512の移動による年齢又は自動のフォーカシングが行われる。フォーカシングの過程でおおにその対物図配稿 4。 が割

[0053] このよっな母光米のアンメ房をに応わった、数光室のベリエーケアンメ422の毎毎毎200ドリなで資料回路によった単出され、貸出商来に拠していたフェーケアンメ422の毎番無路がかせたもの。

[0054]システムコントローラ61は、レンズコン

特徴 49-145319

3

楠正係数41,42)、前側主点位置FH、及び像距離 bである。前回主点位置FHは、メームユニット51の むした撮影条件データがホスト2〜出力される。 ここで の撮影条件ゲータは、函曲収益パラメータ(レンズ函み 前間構点Fと前側主点Hとの距離で表される。前側端点 Fは固定であるので、前側主点位置FHにより前側主点 トローラ58を介して、フォーカシングエンコーダ59 60人の出力(メーム図み値「p)を飲み込む。システ ムコントローラ 6 1の内部において、函由収拾アーブル が参照され、繰り出し虫Ed及びメーム巡み値fpに対 Aの出力(はり出し曲Ed)及びメーミングエンコータ T1、主点位置テーブルT2、及び俊距艦テーブルT3 Hが軽値するいとができる。

ザ41の出力(レーザ強度)及びスリット光Uの偏向条 る。この質定方法を詳しく説明する。まず、おおよその サ53の中央で反射光を受光するように投射角腔定を行 以下で説明するレーが強度の算定のためのパケス点 対物間距離4。に平面物体が存在するものとして、セン 【0055】システムコントローラ61位、半導体レー 件(起臺開始角、走壺絲了角、偏向角速度)を算定す 灯は、この設定された投射角で行う。

【0056】次にフーが強度が対応する。フーが歯段の 算定に際しては、人体を計測する場合があるので、安全 性に対する配慮が不可欠である。まず、最小強度LDm inでパルス点灯し、センサ53の出力を取り込む。取 り込んだ信号 (Son (LDmin)) と適正レベルS t y p との比を算出し、仮のレーザ強度LD1を設定す

[0057] LD1=LDminxStyp/MAX (Son (LDmin))

続いてフーチ始度101で再びパケス点灯し、センサ5 は、レーザ強度LD1とMAX [Son (LD1)]と を用いた仮のフーが袖殴し口 1を設定し、センサ53の 出力と適正レベルS t y p とを比較する。 センサ53の 出力が許容範囲内の値となるまで、レーザ強度の仮設定 3の出力を取り込む。取り込んだ信号 [Son (LD 1)] が適正レベルStyp又はそれに近い値であれ ば、LD1をレーザ強度LDsと決める。他の場合に

(例えば1/60秒) であり、実際の計箇時における符 と適否の確認とを繰り返す。なお、センサ53の出力の AFによる受動的な阻益算出では、スリット光Uの受光 位置を高符度に推定することが難しいためである。セン 分時間より長い。このため、パルス点灯を行うことによ 取り込みは、投像面52の全面を対象に行う。これは、 サ53におけるCCDの復分時間は1フィールド時間 り、計割時と毎価なセンサ出力を得る。

きのスリット光Uの受光位置から、三角測盘により対物 しては、対物間距離4の測距基準点である受光系の後側 を行うようにする。 走査開始角 t h 1、走査終了角 t h 【0058】次に、投射角と、レー护強度が決定したと **に基づいて、臨向条件を算出する。臨向条件の算定に瞭** 主点H'と投光の起点AとのZ方向 (図16参照)のオ フセットdoffを考慮する。また、走査方向の端部に おいても中央部と同様の計測可能距離範囲d´を強保す るため、所定曲(例えば8 画紫分)のオーパースキャン 関距離dを決定する。最後に、決定された対物関距離d 2、偏向角滋度のは、次式で敷される。

[0059] th1=tan-' [8×pv (np/2+ th2=tan-1 [-\Bxpv (np/2+8) +L) 8) +L) / (d+doff)) ×180/π

ន

/ (d+doff)] ×180/π $\omega = (th1 - th2) / np$

β:協僚倍率 (= d / 实効焦点距離freal)

n p: 撮像面S2のY方向の有効画類数 DV:固株プッチ

へ送られる。按1は3次元カメラ2がホスト3へ送る主 このようにして算出された条件で次に本発光に移り、物 体Qの走査(スリット投影)が行われ、上述の出力処理 回路52によって得られた1回繋当たり5フレーム分の 軒割ゲータ(スリット画像ゲータ)D62がホスト2〜 **払られる。同時に、臨向条件(臨向賠御データ)及びた** ンサ53の仕様などを示す装置情報D10も、ホスト3 8

なデータをまとめたものである。 [0900] [表1]

 $\begin{array}{c} 1 \\ \sim 0.00516 \\ 0.00 \\ \pm 90.00 \\ 0.00 \\ \pm 300.00 \\ \end{array}$ 0, 000~100, 000 0, 00~100, 00 0.00~256.00 チークレンジ X, Y 为国) Pu. Pv Y. 2年因り) Y. 2年方向) K학d 1. d 2 後距離 b 町間主点位置 P. H スリット国向関始角度 th I 偏向角遊買の (サンプリングな よくかの (m | 1) よくかひ (m | 1) よくか (m | 1) ゲークの内跡 学覧の遊儀祭(カンサ港機が) エクハス 中観データ 狄爾左右 植形宏存 2

ф開平9-145319

8

변 K ន メラ視線方程式の資算#33、スリット面方程式の資質 [0061] 図13のように、ホスト3においては、ス リット重心資算#31、盈曲収整の補正液算#32、カ #34、及び3次元位置演算#35が実行され、それに **よって200×231個のキンプリング点の3次元位間** (座標X, Y, Z) が算定される。サンプリング点はカ

以)とスリット面(サンプリング点を照射するスリット メラ視線(サンプリング点と後側主点H'とを結ぶ直 光Dの光軸面)との交点である。

参照)は、各サンプリング時の受光データD(i)を用 【0062】 スリット光Uの時間重心Npeak (図9 いて (3) 式で与えられる。

 $(u-u_0) = (x_p) = (b/p_u) \times (X/(Z-FH)) \cdots (4)$.. (3) Npeak=n+An

 $(v-v0) = (yp) = (b/pv) \times (Y/(Z-FH))$

u O: 機像面における水平方向の中心画索位置 pv:撥像面における無直方向の画癖ピッチ u:撮像面における水平方向の画楽位置

pu:数御回における水平方向の画整アッチ

FH:前側主点位置 b: 做距離

512×512 × 8bit 512×512 × 8bit 512×512 × 8bit M ログイング スプレング スプレング ファーン ファーン ファーン

2 次元函数

 $*\Delta n = (-2 \times D (n-2) - D (n-1) + D (n+$ (i=n-2, n-1, n, n+1, n+2)1) +2×D (n+2)] /2D (i)

[D(n-1)-minD(i)]+[D(n+1)- $\Delta n = [-2 \times (D (n-2) - minD (i))$ minD (i)] +2x (D (n+2) -minD (i)]]/2D(i)

5つの受光データの内の最小のデータminD (i)を **益し引いて加重平均を求めることにより、環境光の影響** [0063] カメラ視線方組式は (4) 式及び (5) 式 を軽減することができる。

*30 005.

.. (5)

v0:頻像面における無直方向の中心画繁位置 v: 姫像面における垂直方向の画衆位置 スリット面方観式は(6)式である。 [0064]

. 7

特閣平9-145319 sin(the2) -sin(thel+thed nop) cos(thel+thed nop) (8) ... the!: X軸周りの回転角 the2: Y軸周りの倒き角 the3: Z軸周りの倒き角 the4: X軸周りの角造形 nop: スリット過過時間=時間堕心Npeak L: 基額長 . -sin(the2) 6 s – 2 cos (the + the 4 · nop) sin (the + the 4 · nop) -sin(the3) cos(the3) Y - L× cos (the3) sin (the3) 0-0

8 の3次関数で近似する。2次の補正係数を41、3次の [0065] 幾何収益は画角に依存する。 蛩はほぼ中心 画雑を中心として対象に生じる。したがって、強み重は 中心画珠からの昭橋の閲教や来される。これでは、距離 梢正係数をd2とする。梢正後の画衆位置u゚, v' は (1) 式及び(8) 式で与えられる。

.. (2) (8) :: $v' = v + d1 \times t2^2 \times (v - v0) / t2$ u' =u+d1xt22 x (u-u0) /t2 +42×t23 × (v-v0) /t2 $t1 = (u - u0)^2 + (v - v0)^2$ +d2xt23 x (u-u0) /t2 $t 2 = (t 1)^{-2}$ [0066]

的文誌D-II vol. J74-D-II No. 9 pp. 1227-1235, '91/9 研究会資料PRU91-113 [カメラの位置決めのいらない 画像の幾何学的補正]小野寺・金谷、電子情報通信学会 [光学系の3次元モデルに基づくレンジファインダの蔵 精度キャリプレーション法] 植芝・吉見・大島、などに を代入し、vに代えてv,を代入することにより、蚕曲 お、キャリブレーションについては、電子情報通信学会 収整を考慮した3次元位置を求めることができる。 な 上述の (4) 式及び (5) 式において、uに代えてu 詳しい阻示がある。

[0067] 上述の実施形態は、計測データD62に基 であるが、3次元カメラ2に3次元位置を算出する傾算 ル方式で算定することも可能である。 受光側の光学系 5 **ろいて3次元位置を算出する頂算をホスト3が担うもの** 模能を設けてもよい。 3 次元位置をルックアップテーブ 0において、メームユニット51に代えて交換レンズに たって植像倍草を変更してもよい。

物体の反射率が不均一である場合にも均一である場合と [発明の効果] 請求項1及び請求項2の発明によれば、

同様に高分解能で高精度の計測が可能であり、計測距離 の設定の自由度が大きい3次元計測装置を提供すること がつきる。

[図面の簡単な説明]

[図1] 本籍明に係る計測システムの構成図である。

[図2] 3次元カメラの外観を示す図である。

【図3】3次元カメラの機能構成を示すプロック図であ

[図4] 投光レンズ系の構成を示す模式図やある。

[図5] 受光のためのメームユニットの模式図である。

[図6] ピームスプリッタの模式図である。

【図7】 計測用のセンサの受光波長を示すグラフであ

ಜ

[図8] モニタ用のカラーセンサの受光彼長を示すグラ **ひたある。**

【図9】 計測システムにおける3次元位置の算出の原理

図である。

【図10】出力処理回路のプロック図である。

【図11】 センサの観出し範囲を示す図である。

[図12] 3次元カメラにおけるデータの流れを示す図

[図13] ホストにおけるデータの流れを示す図であ **さある**。

[図14] 光学系の各点と物体との関係を示す図であ

4

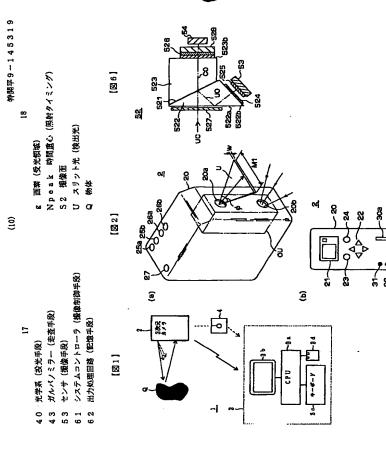
[図15] スリット光投影法の概要を示す図である。

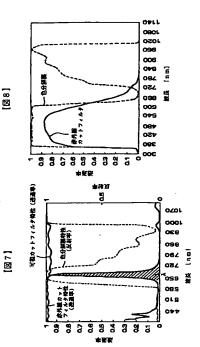
[図16] スリット光投影法による計測の原理を説明す

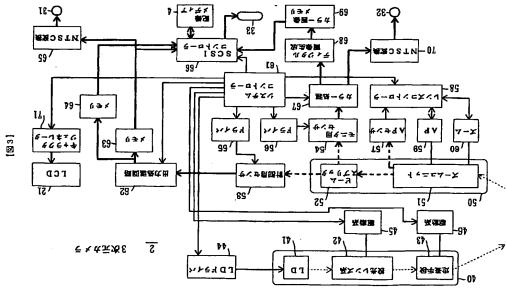
[図17] 従来の計測方法の原理を説明するための図で るための図である。

1 計測システム (3次元計測装置) [符号の説明]

3 ホスト (資算手段) S







(11)

6.2 出力记费证为

置办示水 &

東飯置 公示 次 &

ر #,3⊀

15 #

290

太野式蘇路でトセ

寛敵の法野古鰡斯でくれ

H9, 图址点主顾宿 ε'ε#

#35

4-4引養功曲重 解前置裝

電面工師の釜の抽面



[図13]

た野武面1ゃり末

64G₂ 在一年晚間向副

真敵の友野武面1ゃりス

This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning Operations and is not part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

☐ BLACK BORDERS
☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
☐ FADED TEXT OR DRAWING
BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
OTHER:

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.